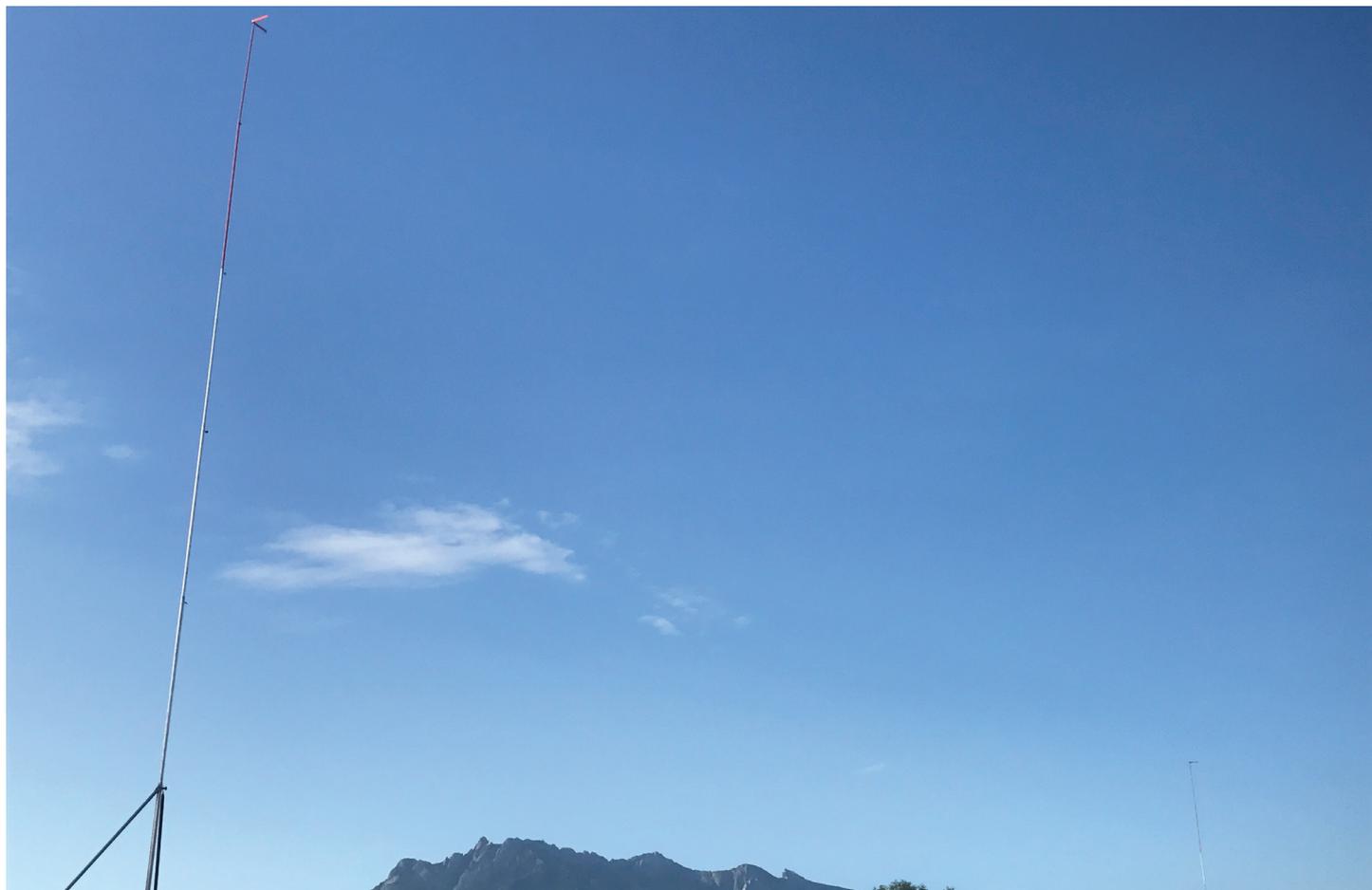


# LES PLANIFICATEURS ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La température et autres données météorologiques jouent un rôle important dans la planification de bâtiments. Les changements météorologiques prévus pour les prochaines décennies dans le cadre du changement climatique représentent un défi pour les planificateurs en bâtiment. Sur la base de trois bâtiments administratifs existants, une étude de la Haute École de Lucerne a simulé dans quelle mesure les changements climatiques affectent la conception des systèmes de refroidissement. Les auteurs recommandent de prévoir des capacités de réserve lors de la planification de nouveaux bâtiments en vue des effets du changement climatique.

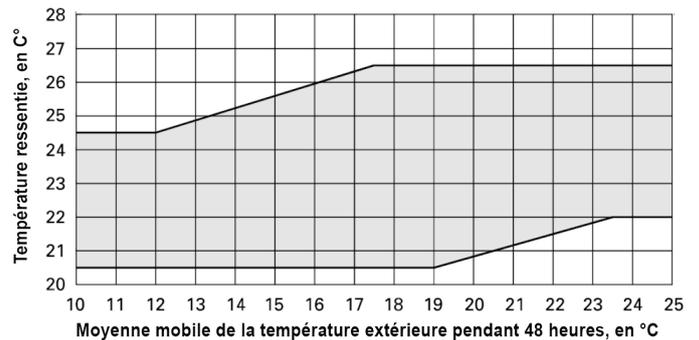


Si les émissions de gaz à effet de serre provoquent un changement climatique, les planificateurs de bâtiments doivent s'adapter aux nouvelles conditions. B. Vogel

Le retrait de l'accord de Paris des États-Unis d'Amérique a été accueilli avec incompréhension par la communauté internationale. En effet, il existe un grand consensus dans les domaines scientifique et politique pour affirmer que le changement climatique est indéniable et que son endiguement requiert un effort commun. En 2011, une association de recherche nationale, sous la responsabilité de l'École polytechnique fédérale (ETH) de Zurich et du service météorologique national MeteoSchweiz, a présenté les effets du réchauffement climatique sur la Suisse dans un rapport intitulé : « Les scénarios du changement climatique en Suisse CH2011. » Dans la préface du rapport, Didier Burkhalter, ancien conseiller fédéral et chef du département de l'intérieur, écrivait : « Nous sommes tous concernés par le changement climatique et nous en ressentons tous déjà les effets. C'est pourquoi il est essentiel de rechercher des solutions et des modèles scientifiques susceptibles de mettre l'évolution future en évidence. Ce rapport fournit une base détaillée pour la discussion et la réflexion dans les cercles politiques et scientifiques. »

### Une étude basée trois bâtiments réels

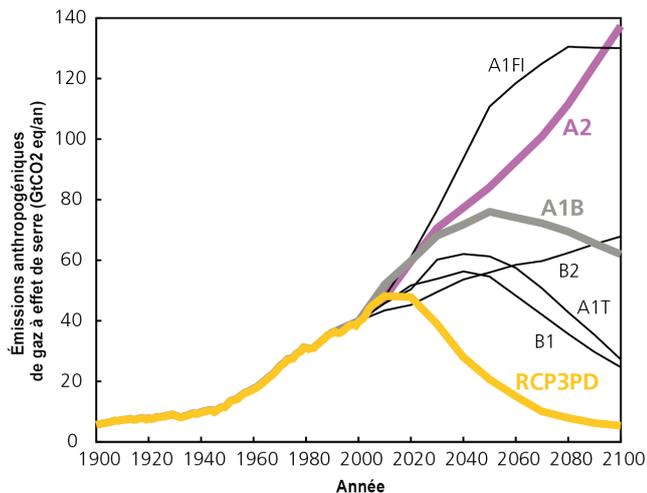
La technique du bâtiment est un domaine qui doit réagir immédiatement au changement climatique. Après tout, sa tâche est de réguler la climatisation d'ambiance au sein des logements et bureaux en fonction des conditions météorologiques et des besoins. Lorsque la température augmente, le besoin en refroidissement augmente et le besoin de chauffage diminue. De plus, les périodes de chaleur ou de froid prolongées impliquent des exigences plus contraignantes vis-à-vis des systèmes de refroidissement ou de chauffage. Parce que les conséquences du changement climatique se manifestent seulement sur le long terme et donc insidieusement, le thème des planificateurs en bâtiment est encore peu pris en



Pour leur étude, les chercheurs de la HSLU ont dû définir la température que les humains ressentent comme agréable (zone grise). La température ressentie comme agréable a tendance à être supérieure, même lorsque la température extérieure est plus élevée. On parle d'une heure de surchauffe lorsque la température ressentie est au-dessus de la zone grise. La disposition représentée sur le graphique est issue de la norme SIA 382/1 (2014) pour les pièces d'habitation et de bureau équipées d'une ventilation mécanique. La « température ressentie » n'est pas une valeur subjective mais la moyenne entre la température ambiante mesurée et la température des surfaces murales mesurée. Graphique : rapport final ROG EK

Pos.	Type.	Exemple		Caractéristiques	
		Architecture/espace.	Technique du bâtiment.	Bâtiment.	Image
1	Référence (construction env. 1980)	Bâtiment existant ; façade perforée avec 50 % de vitrage, bureaux individuels et collectifs, plafond en béton brut	Refroidissement et chauffage de base par activation thermique du béton ; ventilation mécanique au niveau du plafond, plafonniers, ouverture des postes de travail par des canaux d'allège	Actelion, Allschwil	
2	Bâtiment ancien (construction env. 1930)	Bâtiment existant ; entretoise, façade perforée avec 30 à 40 % de vitrage, une majorité de bureaux individuels, chape sans joints, plafond en béton brut	Aucun refroidissement mécanique, chaudière à gaz avec radiateurs, ventilation mécanique au niveau du plafond, plafonniers, ouverture des postes de travail par des canaux d'allège	Bâtiments Landis et Gyr, Zoug	
3	Nouvelle construction (construction env. 2000)	Existant ou nouvelle construction ; façade à bandes, jusqu'à 90 % de vitrage, sol double, plafond en béton brut ; une majorité de grands bureaux	Ventilation mécanique, refroidissement par des éléments à proximité du plafond, pompe thermique à eau/saumure, ventilation à déplacement d'air par le double fond	Europ Tec, Oftringen	

Lors de leurs calculs, les chercheurs de la Haute École spécialisée de Lucerne se sont orientés sur trois bâtiments administratifs typiquement suisses comme ils sont décrits succinctement ici. Il s'agit d'un bâtiment ancien, d'une construction plus récente et d'une construction de 1980 qui fait office de référence. Les trois bâtiments disposent d'un système de refroidissement typique pour leur année de construction. Pour les simulations de l'étude, les bâtiments ont été équipés par anticipation de différents systèmes de refroidissement. Tableau : Rapport final ROG EK



En 2011, l'ETH de Zurich et MeteoSchweiz, en collaboration avec des partenaires, ont examiné les effets de différents scénarios climatiques en Suisse en s'appuyant sur le rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat GIEC. Le scénario « A1B » simule une augmentation de la température moyenne annuelle de 0,5 degré jusqu'en 2035 par comparaison avec la valeur moyenne de la période de 1980 à 2009. Dans le scénario « A2 », la température moyenne annuelle augmente de 1,7 degré jusqu'en 2035. Pour comparer, RCP3PD montre un scénario qui simule une réduction de moitié des émissions de gaz à effet de serre jusqu'en 2050. Dans leur étude, les chercheurs de la HSLU utilisent la désignation « A1B lower » pour le scénario « A1B » et la désignation « A2 upper » pour le scénario « A2 ». Graphique : CH2011

considération, affirme Axel Seerig, professeur de climatologie et simulation du bâtiment à l'Institut pour la technique du bâtiment et l'énergie de la Haute école spécialisée de Lucerne (HSLU). « Les techniciens du bâtiment font encore face à la problématique du changement climatique avec une certaine ignorance », ajoute Seerig qui étudie les concepts des bâtiments et des énergétiques durables dans l'espace germanophone depuis 1992 en tant que planificateur, conseiller et chargé de cours à l'université. « Bien sûr, les planificateurs tiennent compte des données météorologiques du site concerné mais souvent, les changements climatiques à venir restent délaissés dans la planification. » Avant de devenir chargé de cours à la HSLU, Axel Seerig a travaillé chez l'entreprise de construction Gruner AG à Bâle.

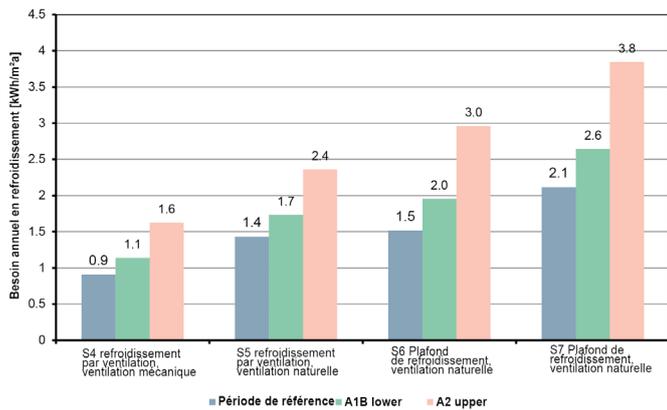
Depuis, Seerig a quantifié les effets du changement climatique sur quelques installations techniques avec une équipe de chercheurs de la HSLU dans le cadre d'une étude financée par l'OFEN. Les scientifiques ont basé leur étude sur trois bâtiments administratifs typiques en Suisse et les ont équipés des systèmes de refroidissement actuellement courants par anticipation (voir ci-dessous) ; ils ont ensuite calculé si et comment les installations de refroidissement en question viendront à bout des conséquences du changement climatique au cours des 30 prochaines années. Les deux principales conclusions : dans les conditions du réchauffement climatique, assurer la température ambiante souhaitée nécessitera plus d'énergie qu'aujourd'hui. Et : les systèmes de refroidissement installés aujourd'hui ne seraient plus en mesure d'établir la température souhaitée dans les pièces pendant de nombreux jours. En d'autres termes : si les systèmes de refroidissement

actuels ne sont pas remplacés par des installations plus performantes, le nombre d'heures de surchauffe augmenterait fortement en raison du changement climatique.

### Différents systèmes de refroidissement, différents scénarios climatiques

Dans leur étude, les chercheurs tiennent compte de trois systèmes de refroidissement mécaniques parmi les plus courants : 1) l'alimentation d'air froid à l'aide d'un climatiseur (refroidissement par air), 2) les plafonds de refroidissement par eau et 3) les tubes installés dans les sols ou les plafonds dans lesquels circule de l'eau chaude ou froide (activation thermique du béton : également nommée Systèmes d'éléments de construction thermoactifs / TABS). En outre, la climatisation peut également être « passive », c'est-à-dire sans système de refroidissement mécanique, en ouvrant simplement les fenêtres lorsque la température extérieure le permet.

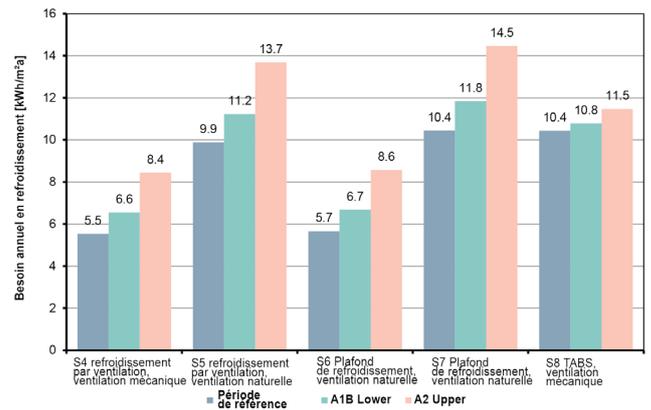
Pour simuler les conséquences du changement climatique sur la technique du bâtiment, les scientifiques ont basé leurs calculs sur un scénario avec un réchauffement moins prononcé (« A1B lower » : augmentation de la température moyenne annuelle de 0,5 degré d'ici 2035 en comparaison avec la valeur moyenne de 1980 à 2009) et un scénario avec un réchauffement plus prononcé (« A2 upper » : augmentation de la température moyenne annuelle de 1,7 degrés d'ici 2035 en comparaison avec la valeur moyenne de 1980 à 2009). Les deux scénarios proviennent du rapport CH2011 susmentionné. L'un d'eux se base sur une augmentation plus faible des émissions de gaz à effet de serre et l'autre sur une augmentation plus élevée.



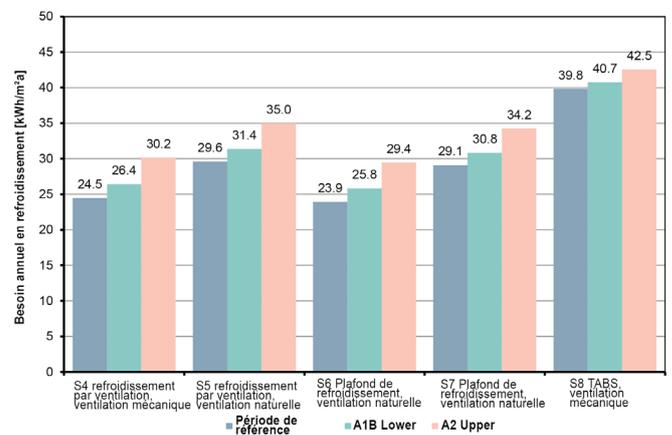
Augmentation des besoins énergétiques annuels pour le refroidissement en cas de réchauffement climatique moindre («A1B lower») et en cas de réchauffement climatique marqué («A2 upper»). Les résultats de simulation présentés se basent sur les quatre modèles suivants (de gauche à droite) : bâtiment ancien avec installation de ventilation et de climatisation (S4), bâtiment ancien avec climatiseur et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S5), bâtiment ancien avec plafond de refroidissement et installation de ventilation (S6), bâtiment ancien avec plafond de refroidissement et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S7). Graphique : Rapport final ROGEK

### Différences entre les bâtiments

Les simulations des scientifiques lucernois démontrent : le changement climatique provoque une augmentation des besoins énergétiques pour l'exploitation des systèmes de refroidissement pour les trois types de bâtiment, mais pas au même rythme. Les trois graphiques sur cette page illustrent l'augmentation pour les deux scénarios étudiés et celle correspondant aux systèmes de refroidissement caractéristiques des différents types de bâtiments. La plus faible augmentation des besoins énergétique est observée dans le bâtiment ancien (graphique en haut, à gauche), l'augmentation dans la construction de référence (graphique en haut, à droite) est moyenne et la plus haute augmentation est constatée dans la nouvelle construction (graphique à droite). En considérant la valeur moyenne de tous les systèmes de refroidissement étudiés, l'augmentation des besoins énergétiques annuels pour le refroidissement des anciennes constructions est de 1.2 kWh/m<sup>2</sup>a (à savoir de 1.5 à 2.7 kWh/m<sup>2</sup>a). Concernant le bâtiment de référence, l'augmentation s'élève à 3.4 kWh/m<sup>2</sup>a (de 7.9 à 11.3 kWh/m<sup>2</sup>a), et même à 5.4 kWh/m<sup>2</sup>a (de 26.8 à 32.2 kWh/m<sup>2</sup>a) pour la nouvelle construction. En règle générale : en raison de leur faible résistance à la chaleur et leur grande capacité thermique, les bâtiments anciens nécessitent moins d'énergie pour le refroidissement que les bureaux mo-



Augmentation des besoins énergétiques annuels pour le refroidissement en cas de réchauffement climatique moindre («A1B lower») et en cas de réchauffement climatique marqué («A2 upper»). Les résultats de simulation présentés se basent sur les cinq modèles suivants (de gauche à droite) : bâtiment de référence avec installation de ventilation et de climatisation (S4), bâtiment de référence avec climatiseur et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S5), bâtiment de référence avec plafond de refroidissement et installation de ventilation (S6), bâtiment de référence avec plafond de refroidissement et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S7). Graphique : Rapport final ROGEK



Augmentation des besoins énergétiques annuels pour le refroidissement en cas de réchauffement climatique moindre («A1B lower») et en cas de réchauffement climatique marqué («A2 upper»). Les résultats de simulation présentés se basent sur les cinq modèles suivants (de gauche à droite) : nouvelle construction avec installation de ventilation et de climatisation (S4), nouvelle construction avec climatiseur et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S5), nouvelle construction avec plafond de refroidissement et installation de ventilation (S6), nouvelle construction avec plafond de refroidissement et ventilation par l'ouverture des fenêtres (S7). Graphique : Rapport final ROGEK

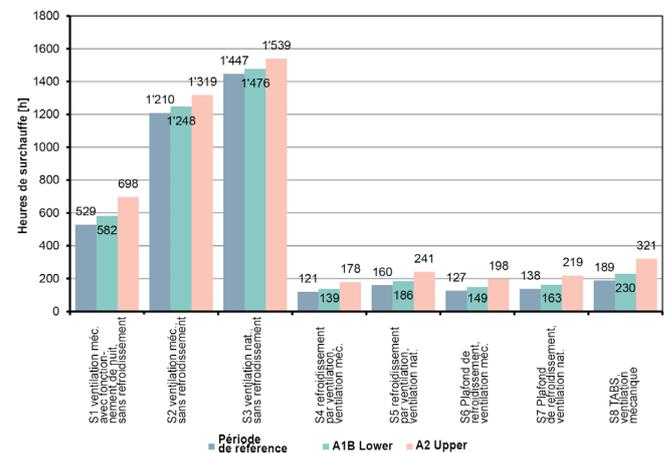
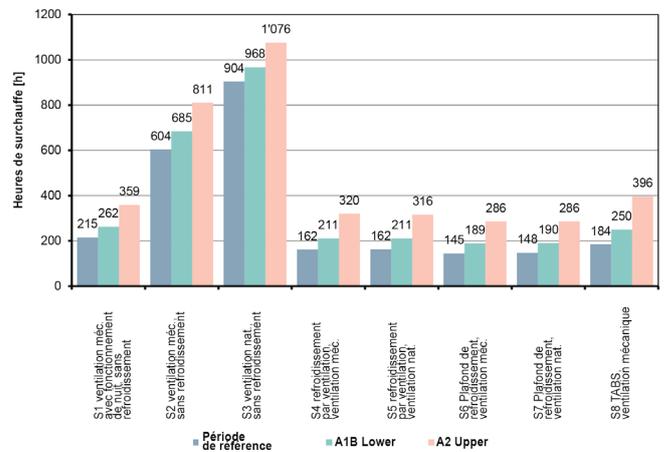
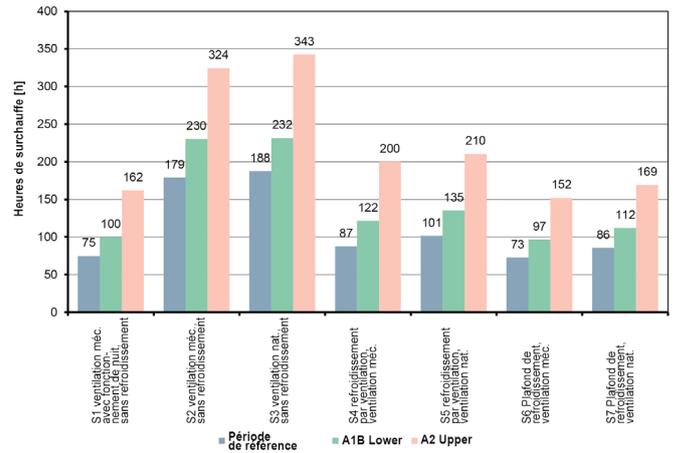
dermes (vitrification élevée, grandes charges solaires). Dans le contexte des besoins énergétiques, il convient également de considérer que l'augmentation de la température en hiver entraîne une réduction des besoins en énergie de chauffage.

Les résultats concernant le nombre d'heures de surchauffe méritent également de l'attention. Ici encore, la consommation énergétique des trois types de bâtiments présentent des différences considérables (cf. graphiques à droite) : la plus grande augmentation d'heures de surchauffe pour le scénario climatique «A2 upper» est observée dans le bâtiment de référence (un plus de 166 heures de surchauffe en moyenne tous systèmes de refroidissement confondus). L'augmentation est plus basse dans le bâtiment ancien (un plus de 110 heures de surchauffe en moyenne) et dans la nouvelle construction (un plus de 99 heures de surchauffe en moyenne). Si des systèmes de refroidissement sont installés dans la nouvelle construction, ceux-ci sont en mesure de limiter le nombre d'heures de surchauffe. Le graphique sur les heures de surchauffe dans la nouvelle construction indique clairement que le nombre d'heures de surchauffe dépend de la technologie de refroidissement appliquée. Dans la mesure où les TABS réagissent avec une inertie relative aux augmentations de la température extérieure, le nombre d'heures de surchauffe est plus élevé qu'avec un climatiseur avec refroidissement par air qui refroidit rapidement.

### Différents niveaux de solidité

Les chercheurs lucernois ont utilisé les résultats de l'étude pour évaluer les différents systèmes de refroidissement en fonction de leur solidité. Ce faisant, un système de refroidissement était considéré comme robuste lorsque les heures de surchauffe n'ont pas ou très peu changé lors des modifications des conditions aux limites. Les chercheurs arrivent à l'estimation suivante : « Dans la mesure où l'activation thermique du béton est un système inerte, il ne peut pas couvrir immédiatement les besoins en refroidissement. Par conséquent, un pré-refroidissement supplémentaire est indispensable pour obtenir le même confort en termes d'heures de surchauffe qu'avec le plafond de refroidissement et le système de refroidissement par air. Ces systèmes sont donc peu judicieux du point de vue énergétique.

Axel Seerig souligne que les résultats de l'étude peuvent aider les planificateurs à assurer une planification plus appropriée et efficace de systèmes de refroidissement. En vue du changement climatique qui se profile, le chercheur en bâtiment lucernois recommande de prévoir des réserves d'extension



Les trois graphiques montrent le nombre d'heures de surchauffe pour le bâtiment ancien (en haut), le bâtiment de référence (au milieu) et la nouvelle construction (en bas) et ce, pour une sélection de techniques de refroidissement pour lesquelles les chercheurs de la HSLU ont élaboré des simulations. Si on considère l'augmentation des heures de surchauffe pour le scénario climatique «A2 upper» et détermine la valeur moyenne pour les systèmes de refroidissement analysés, on constate : dans le bâtiment de référence, le nombre d'heures de surchauffe augmente de 166, de 110 dans le bâtiment ancien et de 99 dans la nouvelle construction. Graphique : Rapport final ROGEG

pour les installations de chauffage/ventilation/climatisation lors de la planification afin de pouvoir modifier les systèmes ultérieurement (ce qui est à peine ou pas possible concernant les TABS). Axel Seerig : « Si une installation doit assumer une augmentation de 30 % des jours de surchauffe, sa puissance doit pouvoir augmenter pour continuer d'assurer sa fonction. » Selon Seerig, il serait peu judicieux de surdimensionner les installations de climatisation dès le début en raison d'une augmentation future des besoins. Cela aurait pour effet indésirable que les installations devraient être exploitées en charge partielle au cours des premières années, ce qui est inefficace du point de vue énergétique. L'expérience a montré que le surdimensionnement des installations provoque une augmentation générale de la consommation énergétique en raison de l'exploitation suboptimale des installations ; les pièces sont alors trop chauffées ou, dans ce cas, refroidies.

### **Les pointes de température sont déjà une réalité**

L'étude de la Haute École spécialisée de Lucerne indique clairement l'importance de l'augmentation prévue de la température moyenne dans le cadre du changement climatique à venir. En outre, il ne faut pas oublier que les variations de température, telles qu'on les observe aujourd'hui au cours des années, représentent également un immense défi pour les installations de climatisation. « L'été caniculaire de 2003 a dépassé de nombreux systèmes de refroidissement en Suisse », ajoute Rolf Moser, directeur du programme de recherche de l'OFEN Bâtiments et villes. « En réalité, les systèmes doivent dès aujourd'hui être solides mais cela provoque un surdimensionnement et des frais supplémentaires. À l'avenir, la question du niveau de tolérance des utilisateurs face au dépassement des conditions normales prendra encore plus d'importance qu'aujourd'hui.

➤ Vous trouverez le **rapport final** sur le projet « Estimation de la robustesse de concepts de refroidissement intégrés à la technique du bâtiment dans les bâtiments administratifs en vue de la variabilité du climat et des utilisateurs » (ROGEK) sur : <http://bit.ly/2vYhAMf>

➤ Rolf Moser ([moser\[at\]enerconom.ch](mailto:moser[at]enerconom.ch)), directeur du programme de recherche de l'OFEN Bâtiments et villes, communique des **informations supplémentaires** concernant ce projet.

➤ Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets de recherche, les projets pilotes et de démonstrations ainsi que les projets phares dans le domaine Bâtiments et villes sur : [www.bfe.admin.ch/CT/batiments](http://www.bfe.admin.ch/CT/batiments).